

ANALISIS EFISIENSI TEKNOLOGI LANDFILL TERHADAP OUTPUT DAYA PADA PLTSA JATIBARANG SEMARANG



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

ANISA SANTY PINASTIKA

D 400 170 094

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS EFISIENSI TEKNOLOGI LANDFILL TERHADAP OUTPUT DAYA
PADA PLTSA JATIBARANG SEMARANG**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



ANISA SANTY PINASTIKA

D 400 170 094

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Tindyo Prasetyo, S.T., M.T.

NIK. 819

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS EFISIENSI TEKNOLOGI LANDFILL TERHADAP OUTPUT DAYA
PADA PLTSA JATIBARANG SEMARANG**

OLEH




ANISA SANTY PINASTIKA

D 400 170 094

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 19 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Tindyo Prasetyo, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Umar, ST., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

 (.....)
 (.....)
 (.....)



NIK. 892


PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 22 Juli 2021

Penulis



ANISA SANTY PINASTIKA

D 400 170 094

ANALISIS EFISIENSI TEKNOLOGI LANDFILL TERHADAP OUTPUT DAYA PADA PLTSA JATIBARANG SEMARANG

Abstrak

Pengelolaan sampah yang tidak sesuai menyebabkan pencemaran lingkungan yang berujung pada timbulnya berbagai macam penyakit yang diderita oleh masyarakat karena lingkungan terkontaminasi oleh zat-zat yang terkandung dalam sampah. Sebenarnya, sampah dapat diolah menjadi suatu hal yang sangat bermanfaat, salah satunya dengan dijadikan sebagai sumber daya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA). Zat-zat yang terkandung dalam sampah seperti CH_4 dapat digunakan untuk membangkitkan daya listrik yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan (renewable energy). Sudah saatnya Indonesia mencari sumber energi alternatif karena sumber daya fosil bukan merupakan sumber daya yang dapat diurai kembali sehingga jika digunakan terus menerus dapat menyebabkan krisis energi. Dengan memanfaatkan sampah sebagai energi terbarukan, dapat sekaligus mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan di Indonesia. Pengolahan sampah menjadi energi listrik bisa dengan cara sampah ditimbun dalam suatu lahan dan ditutupi dengan membran untuk beberapa waktu sampai sampah tersebut terfermentasi dan menghasilkan gas CH_4 dan CO_2 , yang mana gas inilah yang akan diolah untuk membangkitkan energi listrik. Pada penelitian ini akan menganalisa efisiensi teknologi landfill terhadap output daya listrik yang dihasilkan pada PLTSA Jatibarang Semarang. Penelitian ini menggunakan metode observasi serta pengumpulan data dan analisa perhitungan efisiensi operasional teknologi landfill. Dari analisa perhitungan memperoleh data energi listrik selama 6 bulan sebesar 3.238.592,895 kWh dan dengan data kapasitas generator yang dipakai sejumlah 200 kW per bulannya sehingga didapatkan efisiensi sistem landfill pada PLTSA Jatibarang Semarang yang berkisar 23,17% - 28,54%. Teknologi landfill dikatakan baik ketika efisiensinya berkisar antara 10%-80% (Hans Oonk, 2012).

Kata Kunci: PLTSA, Renewable Energy, Pembangkit Listrik, Landfill

Abstract

Inappropriate waste management causes environmental pollution which leads to the emergence of various kinds of diseases suffered by the community because the environment is contaminated by substances contained in the waste. Actually, waste can be processed into something very useful, one of which is by being used as a resource for a Waste Power Plant (PLTSA). Substances contained in waste such as CH_4 can be used to generate electricity that is more environmentally friendly and renewable (renewable energy). It's time for Indonesia to look for alternative energy sources because fossil resources are not renewable resources so that if used continuously it can cause an energy crisis. By utilizing waste as renewable energy, can simultaneously reduce the problem of environmental pollution in Indonesia. The processing of waste into electrical energy can be done by dumping the waste in a field and covering it with a membrane for some time until the waste is fermented and produces CH_4 dan CO_2 gases, which are the gases that will be processed to generate electrical energy. In

this study, we will analyze the efficiency of landfill technology on the electrical power output generated at the PLTSa Jatibarang Semarang. This study uses observation methods as well as data collection and analysis of operational efficiency calculations of landfill technology. From the calculation analysis, the data obtained for 6 months of electrical energy is 3.238.592,895 kWh and use generator capacity of 200 kW per month so that the efficiency of the landfill system at PLTSa Jatibarang Semarang is around 23,17% - 28,54%. Landfill technology is good when its efficiency ranges from 10% -80% (Hans Oonk, 2012).

Keywords: PLTSa, Renewable Energy, Power Plant, Landfill

1. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan bukan lagi menjadi hal asing yang terjadi di Indonesia berbagai masalah timbul akibat dari pencemaran ini. Salah satu penyebab dari pencemaran lingkungan ini adalah volume sampah yang terus meningkat sedangkan pengolahan serta pengelolaannya belum maksimal. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bahwa pada tahun 2020 total produksi sampah nasional telah mencapai 67,8 juta ton, yang mana jumlah tersebut diperkirakan akan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sehingga timbunan sampah akan semakin menggunung. Sampah dapat menurunkan tingkat kualitas lingkungan karena zat-zat yang terkandung dalam sampah seperti gas metana (CH_4) dan gas karbondioksida (CO_2) sangat berbahaya jika tidak segera diolah dengan baik dan benar. Maka dari itu diperlukannya pemanfaatan sampah yang tepat, seperti dengan menjadikannya sebagai sumber daya untuk membangkitkan energi listrik. Gas CH_4 yang terkandung dalam sampah ini mampu menjadi salah satu sumber energi alternatif yang menggantikan fosil dalam memproduksi listrik.

Dapat diketahui bahwa sumber energi fosil bukan merupakan sumber energi terbarukan (*renewable energy*) karena tidak dapat terurai sehingga jika dipaksakan untuk digunakan secara terus menerus dapat menyebabkan suatu krisis energi. Cadangan energi fosil seperti minyak bumi, batubara, dll di Indonesia tinggal 3,77 miliar barel dan jika tidak ada penemuan cadangan fosil yang baru maka diperkirakan akan habis dalam waktu 9 tahun (Menteri ESDM Arifin Tasrif, 2020). Melihat kondisi tersebut sudah semestinya Indonesia beralih ke Energi Baru Terbarukan (EBT) yang lebih ramah lingkungan dan dapat memenuhi kebutuhan pasokan listrik yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Pemanfaatan sampah menjadi suatu energi terbarukan menjadi salah satu pilihan yang tepat karena bisa sekaligus mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan.

Dalam Buku Panduan Sampah Menjadi Energi (2016) menyatakan bahwa potensi yang dimiliki Indonesia untuk memanfaatkan sampah sebagai pembangkit listrik ada sekitar 2.066 MW, akan tetapi yang baru dimanfaatkan baru mencapai 17,6 MW. Pengolahan sampah menjadi energi listrik bisa dengan menggunakan teknologi Landfill yaitu dengan cara menimbunnya terlebih dahulu dalam suatu lahan yang ditutupi oleh *geo membrane*, terdapat sumur ekstraksi untuk menyalurkan hasil ekstraksi atau fermentasi dari sampah ke *Power House*. Dari *power house*, cairan dan uap yang berasal dari sampah tadi dilakukan pemisahan di tangki kondensator, dan masuk ke *chiller* untuk dilakukan penurunan suhu. Selanjutnya dilakukan penyaringan gas metana agar tidak terkontaminasi gas lain pada *gas filter* lalu dialirkan lah ke blower untuk memperbesar tekanan gas dan *gas engine* dapat menggerakkan generator sehingga dapat menghasilkan listrik.



(sumber: google)

Gambar 1. Skema pengolahan sampah menggunakan teknologi landfill

Produksi listrik yang dihasilkan dari suatu pembangkit dengan menggunakan teknologi landfill ini sangat bergantung dengan gas metana (CH_4) yang dihasilkan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian di salah satu pembangkit listrik tenaga sampah yang menggunakan teknologi landfill

contohnya pada PLTSa Jatibarang Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh gas metana (CH_4) dalam menghasilkan listrik serta seberapa efisienkah penggunaan teknologi landfill dalam memproduksi listrik pada PLTSa Jatibarang Semarang. Kemudian dapat disusun rekomendasi untuk meningkatkan kinerja PLTSa Jatibarang Semarang dalam menghasilkan listrik.

2. METODE

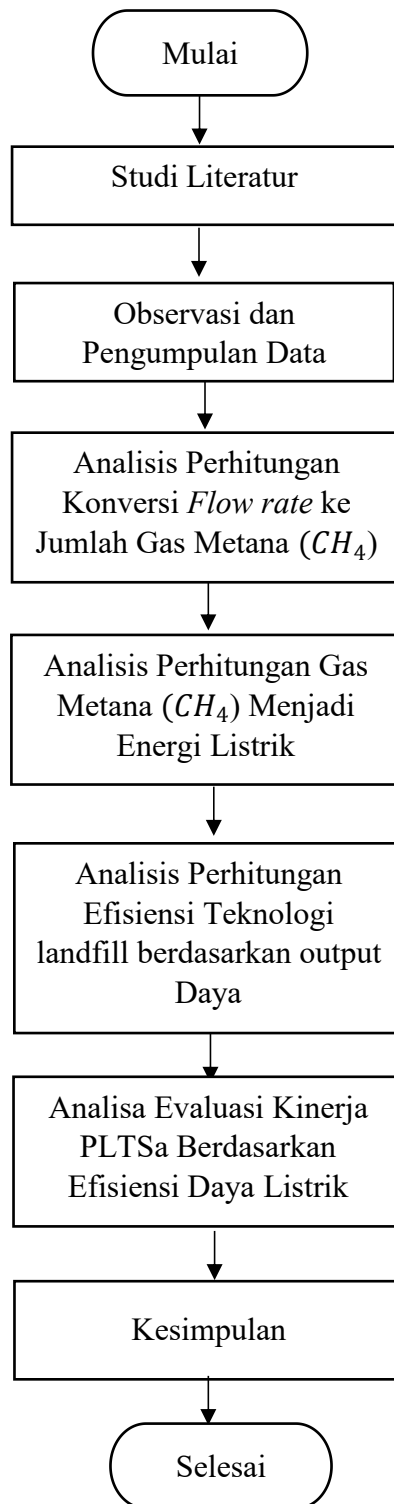
2.1. Rancangan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini perlu dilakukan perancangan penelitian terlebih dahulu agar diketahui metode yang tepat untuk digunakan. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literatur, observasi dan pengumpulan data, analisis perhitungan konversi *flow rate* gas yang terkandung dalam sampah ke dalam jumlah gas metana (CH_4), analisis konversi gas metana (CH_4) menjadi energi listrik, analisis perhitungan efisiensi output daya listrik, analisa evaluasi kinerja PLTSa untuk meningkatkan output daya listrik dan yang terakhir adalah kesimpulan.

Penulis melakukan observasi serta pengambilan data secara langsung di PLTSa Jatibarang Semarang dan telah memperoleh data berupa *flow rate* gas yang terkandung dalam sampah yang dimonitoring secara 24 jam dalam sehari serta data kapasitas generator yang masing-masing data tersebut merupakan data pengoperasian pada PLTSa Jatibarang Semarang selama 6 bulan dimulai dari bulan Januari-Juni tahun 2020.

Analisis pertama dimulai dari mengkonversi data *flow rate* gas yang telah didapat selama 6 bulan menjadi jumlah gas metana (CH_4). Saat jumlah gas metana (CH_4) sudah diketahui maka dilanjutkan dengan menghitung jumlah listrik yang dihasilkan dari jumlah gas metana (CH_4) yang telah diketahui per bulannya dan dilanjutkan dengan menghitung efisiensinya yang dilengkapi dengan data kapasitas generator. Setelah semua perhitungan telah dilakukan maka selanjutnya ada menganalisis hal yang harus di evaluasi dari kinerja pembangkit pada PLTSa Jatibarang Semarang sehingga dapat meningkatkan efektivitasnya dalam menghasilkan energi listrik.

2.2. Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Penelitian

Pada saat dilakukan observasi serta pengumpulan data pada PLTSa Jatibarang Semarang, telah diperoleh beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung jumlah energi listrik yang dihasilkan dari gas metana serta efisiensi operasional teknologi landfill. Data-data tersebut diantaranya:

Tabel 1. Data Jumlah CH_4 (kg) Per bulan

Tgl	Jumlah CH_4 (Kg) Berbagai Bulan					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	1453,043	1355,160	1040,367	1040,422	1248,384	1429,580
2	1442,758	1431,169	1067,666	1123,866	1225,626	1478,538
3	1501,314	1375,359	989,756	1056,543	1015,315	1414,491
4	641,043	1528,825	1012,443	1033,042	1212,243	1185,167
5	Maintenance	1558,573	6288,827	1179,735	1261,499	1406,384
6		1379,125	1143,845	1179,131	1397,584	1687,638
7		1444,670	993,819	1146,880	1324,147	1355,206
8		1318,979	1179,363	1215,747	1408,739	1311,803
9		1443,839	1029,391	1184,732	1401,680	1070,305
10		1257,846	1073,801	991,363	1405,720	1308,207
11		1418,482	1132,528	1151,153	1417,802	1311,524
12	123,523	1432,020	1084,859	1239,508	1370,808	Maintenance
13	1520,169	1338,844	1052,320	1077,565	1416,500	834,230
14	1542,732	1152,222	1041,614	1165,519	1432,496	1378,462
15	1300,907	1806,858	5477,392	1217,818	1467,083	1330,393
16	1449,196	1134,059	945,123	1053,902	1410,301	1321,845
17	1026,649	1095,128	1023,671	949,148	1428,390	1306,480
18	1218,759	1308,831	1029,033	1024,879	1441,822	1289,820
19	1290,805	1291,725	979,477	1122,314	1306,856	1305,435
20	1390,767	1280,796	935,355	1001,373	1307,608	1216,876
21	1299,465	633,941	1028,053	1150,437	1381,055	1178,486
22	1899,341	Maintenance	959,452	1144,600	1401,160	1179,012
23	1472,266	749,998	1050,631	867,514	1376,771	1183,504
24	1442,247	1191,425	1081,505	1242,023	1328,943	1243,733
25	1393,488	1077,221	964,063	1262,116	1365,448	1098,534
26	1336,083	1048,558	1012,894	1065,401	1298,263	1174,987
27	1478,233	974,960	954,710	1171,201	1308,808	1199,919
28	1476,945	1005,592	1205,132	1291,333	1301,212	1051,290
29	1336,023	1023,818	886,047	1251,461	1132,823	1257,884
30	1474,249	-	1134,257	1293,530	1305,746	1216,737
31	1420,252	-	922,250	-	1214,009	-
Total	31.930,256	35.058,025	41.719,646	33.894,255	41.314,840	36.726,468

3.2. Hasil dan Pembahasan

$$Q = m \times \eta \quad (1)$$

Dimana:

Q = Jumlah energi listrik (kWh)

m = Jumlah gas metana (kg)

η = Efisiensi mesin (%)

Tabel 2. Data Konversi Energi

1 kg gas metana	$6,13 \times 10^7$ Joule
1 kwh	$3,6 \times 10^6$ Joule
1 m3 gas metana	9,39 kWh

a. Bulan Januari

$$\begin{aligned} Q &= 31930,256 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 468.670,53 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. Bulan Februari

$$\begin{aligned} Q &= 35058,025 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 514.579,75 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. Bulan Maret

$$\begin{aligned} Q &= 41719,646 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 612.358,64 \text{ kWh} \end{aligned}$$

d. Bulan April

$$\begin{aligned} Q &= 33894,255 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 497.498 \text{ kWh} \end{aligned}$$

e. Bulan Mei

$$\begin{aligned} Q &= 41314,840 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 606.416,92 \text{ kWh} \end{aligned}$$

f. Bulan Juni

$$\begin{aligned} Q &= 36726,468 \times \frac{6,13 \times 10^7}{3,6 \times 10^6} \times 86,2\% \\ &= 539.069,06 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan jumlah energi listrik yang dihasilkan dari jumlah gas metana dengan menggunakan persamaan (1):

Tabel 3. Hasil perhitungan jumlah energi listrik

Bulan	Jumlah CH_4 (kg)	Jumlah Energi Listrik (kWh)	Total Waktu Pengecekan (h)	Jumlah Daya Listrik (kW)
Januari	31930,256	468.670,53	543	863,11
Februari	35058,025	514.579,75	643	800,28
Maret	41719,646	612.358,64	735	833,14
April	33894,255	497.498,00	710	700,70
Mei	41314,8	606.416,92	734	826,18
Juni	36726,5	539.069,06	682	790,42
Total	220.643,490	3.238.592,895	4.047	4.813,8402

Setelah diketahui jumlah energi listrik yang dihasilkan dari gas metana, maka selanjutnya adalah mencari efisiensi dari teknologi landfill dengan menggunakan data tambahan yaitu data kapasitas generator:

Tabel 4. Data kapasitas generator yang dipakai

Bulan	kW
Januari	200
Februari	200
Maret	200
April	200
Mei	200
Juni	200
TOTAL	1200

Efisiensi Teknologi landfill dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

η = Efisiensi Teknologi landfill (%)

P_{out} = Daya Keluaran (kW)

P_{in} = Daya Masukan (kW)

a. Bulan Januari

$$\eta = \frac{200}{863,11} \times 100\% \\ = 23,17\%$$

b. Bulan Februari

$$\eta = \frac{200}{800,28} \times 100\% \\ = 24,99\%$$

c. Bulan Maret

$$\eta = \frac{200}{833,14} \times 100\% \\ = 24,01\%$$

d. Bulan April

$$\eta = \frac{200}{700,70} \times 100\% \\ = 28,54\%$$

e. Bulan Mei

$$\eta = \frac{200}{826,18} \times 100\% \\ = 24,21\%$$

f. Bulan Juni

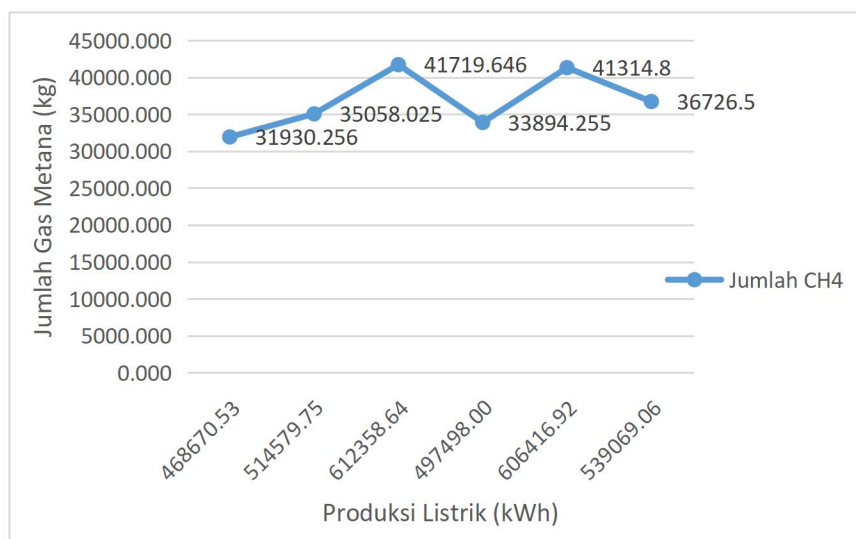
$$\eta = \frac{200}{790,42} \times 100\% \\ = 25,30\%$$

Berikut ini merupakan tabel efisiensi teknologi landfill berdasarkan output daya listrik yang dihasilkan, dihitung menggunakan persamaan (2):

Tabel 5. Hasil perhitungan efisiensi teknologi landfill berdasarkan output daya listrik

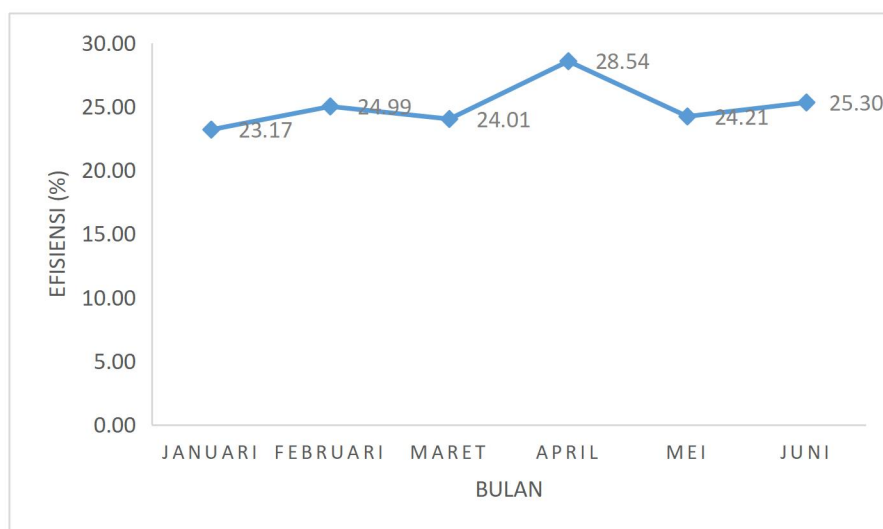
Bulan	Pout (kW)	Pin (kW)	Efisiensi (%)
Januari	200	863,11331	23,17
Februari	200	800,27955	24,99
Maret	200	833,14101	24,01
April	200	700,7014	28,54
Mei	200	826,18109	24,21
Juni	200	790,42384	25,30

Dari data hasil perhitungan tabel 3. dapat dibuat grafik seperti dibawah ini:



Gambar 3. Grafik pengaruh jumlah gas metana(kg) dalam produksi energi listrik(kWh)

Dari data hasil perhitungan tabel 5. dapat dibuat grafik seperti dibawah ini:



Gambar 4. Hasil efisiensi operasional PLTSa dengan teknologi landfill selama 6 bulan

Berdasarkan gambar 3, jumlah gas metana sangat mempengaruhi jumlah produksi energi listrik yang dihasilkan dari suatu pembangkit listrik yang menggunakan teknologi landfill. Berdasarkan grafik tersebut, jumlah gas CH_4 mengalami kenaikan dan penurunan setiap bulannya sehingga berpengaruh pada jumlah produksi listrik yang dihasilkan. Bisa dilihat bahwa pada bulan Januari terdapat sekitar 31.930,256 kg gas CH_4 dengan jumlah energi listriknya sebesar 468.679,53 kWh. Pada bulan selanjutnya yaitu pada bulan Februari dan Maret jumlah gas CH_4 mengalami kenaikan yang signifikan sehingga jumlah energi listrik pun

meningkat yaitu pada Februari terdapat 35.058,025 kg CH_4 dengan jumlah energi listrik sebesar 514.579,75 kWh dan pada bulan Maret terdapat 41.719,646 kg CH_4 dengan jumlah energi listrik sebesar 612.358,64 kWh. Penurunan jumlah gas CH_4 terjadi pada bulan April yaitu sebesar 33.894,255 kg CH_4 dan jumlah energi listriknya 497.498 kWh. Pada bulan Mei kembali mengalami kenaikan yaitu 41.214,8 kg CH_4 dengan jumlah energi listriknya sebesar 606.416,92 kWh. Terjadi penurunan kembali pada bulan juni dengan jumlah gas CH_4 sebesar 36.726,5 kg dan energi listrik yang terhasikan sebesar 539.069,06 kWh.

Jumlah energi listrik selama 6 bulan yang dihasilkan oleh PLTSa Jatibarang Semarang paling tinggi pada bulan Maret 2020 dengan jumlah gas CH_4 sebesar 41.719,646 kg sehingga mampu menghasilkan energi listrik sebesar 612.358,64 kWh sedangkan untuk hasil energi listrik paling sedikit terdapat pada bulan Januari 2020 dengan jumlah gas CH_4 sebesar 31.930,256 kg dan produksi listrik sebesar 468.670,53 kWh.

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat efisiensi operasional pembangkit listrik dengan menggunakan teknologi landfill di PLTSa Jatibarang Semarang mengalami kenaikan dan penurunan sehingga grafik yang ditampilkan tidak stabil. Kenaikan dan penurunan ini terjadi karena jumlah energi listrik yang dihasilkan juga tidak menentu, tergantung dari jumlah CH_4 yang dihasilkan setiap bulannya. Nilai efisiensi semakin besar ketika nilai beban juga besar, suatu kinerja satuan unit bisa dikatakan efisien ketika sumber daya yang terpakai dengan hasil yang didapatkan sesuai dengan harapan. Operasional teknologi landfill dikatakan baik ketika efisiensinya berkisar antara 10%-80% (Hans Oonk, 2012).

4. PENUTUP

1. Jumlah energi listrik yang diproduksi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Jatibarang selama 6 bulan adalah 3.238.592,895 kWh yang mana jumlah tersebut dipengaruhi oleh banyaknya gas metana (CH_4) yang diproduksi. Semakin banyak jumlah gas metana (CH_4) maka produksi listrik yang dihasilkan pun akan semakin besar juga.
2. Produksi gas metana (CH_4) dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti:
 - a. Kandungan air pada sampah sangat mempengaruhi dalam proses fermentasi (pembusukan).
 - b. Terdapat celah atau kebocoran pada sel penutupan sampah (*geo membrane*) yang berakibat oksigen masuk ke sumur ekstraksi.
 - c. Kuantitas sampah anorganik pada timbunan sampah yang lebih banyak dari sampah organik.
 - d. Temperatur pada udara.

3. Efisiensi operasional pembangkit PLTSA Jatibarang Semarang selama 6 bulan dengan menggunakan teknologi landfill berkisar dari 23,17% - 28,54% atau dengan rata-rata keseluruhan sebesar 25,04%. Efisiensi operasional tersebut masih bisa dikatakan baik, karena melihat dari standar efisiensi untuk teknologi landfill sendiri yaitu berkisar antara 10%-80%.
4. Untuk meningkatkan kinerja produksi listrik dari PLTSA Jatibarang yang pengolahannya menggunakan sistem landfill maka perlu diadakan perbaikan seperti:
 - a. Pemilahan jenis sampah sebelum dilakukan penimbunan serta penutupan dengan menggunakan *geo membrane*, kandungan sampah organik lebih ditingkatkan karena sampah organik lebih cepat membusuk daripada sampah anorganik. Sehingga bisa meningkatkan jumlah gas metana (CH_4) yang mana hal itu berpengaruh dengan produksi jumlah listrik.
 - b. Penggantian oli dan filter pada mesin secara berkala agar mesin bekerja secara maksimal serta terjaga perawatannya.
 - c. Pengecekan rutin pada komponen-komponen pengolahan gas agar ketika terdapat masalah bisa segera teratasi.
 - d. Pergantian serta pengecekan sel penutup sampah (*geo membrane*) secara berkala untuk meminimalisir terjadinya kebocoran pada sel penutup yang mengakibatkan masuknya oksigen dari udara sehingga mempengaruhi kadar gas metana (CH_4).
 - e. Memasang sumur baru pada lahan agar mendapatkan area yang belum terkontaminasi oleh udara sehingga kadar gas metananya pun lebih tinggi.
 - f. Meningkatkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mumpuni dalam pengolahan gas metana, sehingga jika terjadi permasalahan bisa segera teratasi

PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini untuk memenuhi syarat sarjana Strata-1. Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada pihak yang telah terlibat sehingga penelitian tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar, kepada :

1. Kedua Orang Tua, kakak saya, serta Karina Arsyana Mahveen yang selalu memberikan semangat serta doanya kepada saya sehingga memacu saya untuk segera menyelesaikan penelitian tugas akhir ini dan segalanya berjalan dengan lancar.
2. Bapak Tindyo Prasetyo, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan serta masukan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

3. Bapak dan ibu dosen Teknik Elektro UMS yang telah memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat selama hampir 4 tahun ini.
4. Terimakasih dan selamat untuk diri sendiri yang sudah kuat dalam menghadapi berbagai tantangan dalam mengerjakan tugas akhir, berhasil melawan rasa malas dan tetap semangat sampai akhir sehingga tugas akhir dapat selesai dengan baik.
5. Devina Dara Ninggar, Yunita Monitharia Sukoco, Mita Renate, Hana Laeli Tsani dan Grup Kelompok KP yang selalu mendengarkan keluh kesah saya serta selalu menyemangati dan menemani dalam mengerjakan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Tri Prasetyo, d. (2016). Studi Evaluasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargrebang.
- Arie Herlambang, d. (2010). Produksi Gas Metana Dari Pengolahan Sampah Perkotaan Dengan Sistem Sel. *Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 11*.
- Banaget, C. K. (2019). Analysis of Electricity Generation from Landfill Gas (Case Study: Manggar Landfill, Balikpapan). *IOP Conference Science: Earth and Enviromental Science*.
- Baskoro Lokahita, F. T. (2016). Prospect of Landfill Mining in Indonesia For Energy Recovery.
- Fransesco Di Maria, d. (2016). Energetic Efficiency of an Existing Waste to Energy Power Plant. *Energy Procedia*, 1175 - 1182.
- Humas EBKTE. (2020). *Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Siaran Pers Nomor: 311.Pers/04/SJI/2020* . ebtke.esdm.go.id.
- Kaur-Mikk Pehme, d. (2020). Field Study on the Efficiency of a Methane Degradation Layer Composed of Fine Fraction Solid from Landfill Mining. *sustainability*.
- Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. (2018). *Modul Teknologi Berbasis Proses Biologi-Landfill Gas*.
- Mulyana, R. (2016). *Buku Panduan Sampah Menjadi Energi*.
- Oonk, H. (2012). Efficiency of Landfill Gas Collection for Methane Emission Reduction. 129-145.
- Serli Liling Allo, H. W. (2019). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Makbon Kota Sorong. *Jurnal Elektro Luceat*.